

5-1 伊豆半島東方沖の地震活動の概要

An outline of the Seismic Activity East Off the Izu Peninsula (2006)

気象庁・地震予知情報課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

2006 年に入ってから、1, 2, 3, 4 月と伊豆半島東方沖で活発な地震活動があり、この間、東伊豆の体積歪計に縮み変化が現れた。全ての活動の中で最大の地震は 4 月 21 日 02 時 50 分に発生した M5.8(最大震度 4)の地震であった(第 1 図)。

これらの地震活動の中では、2006 年 4 月 17 日から始まった活動が最大のものであった。最大規模である M5.8 の地震が 4 月 21 日に発生した後、それまでの活動域より南側に地震活動が拡大した。4 月 30 日に M4.5(最大震度 5 弱)、5 月 2 日に M5.1(最大震度 4)の地震が発生するなど、活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したが、5 月上旬には地震活動は低調となった(第 2 図)。

伊豆半島東方沖は、1980 年代や 90 年代には度々活発な地震活動が発生していたが、1998 年の活動以降、今回の地震活動まで M5.0 以上の地震は発生していなかった(第 2 図)。

第 3 図に一元化で決定した余震と、観測点補正を施し Double-Difference 法(Waldhauser and Ellsworth, 2000¹⁾; 以下 DD 法)により求めた余震分布を示す。観測点補正と DD 法による震源再計算の結果、余震の塊は一元化震源のものより小さくまとまる。また、4 月 22 日 01 時 44 分の M4.8 の地震は、一元化震源では余震分布の塊より浅めに決まっているが、DD 法による再計算の結果では余震分布の中に入る。

今回の地震活動では、全期間の活動の終盤に活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したことが特徴として挙げられる。2006 年 4 月 30 日 13 時 10 分に網代付近(伊豆半島東方沖)の深さ 6km で M4.5(最大震度 5 弱)の地震が発生した(第 4 図)。この地震の震央付近は、関東地震直後の地震活動が活発であった時期や、1930 年北伊豆地震の前後の活動を除くと、1923 年 8 月以降 M4.0 以上の地震はほとんど発生していない場所であった。この地震に対し、伊豆半島東方沖の地震活動(活発な地震活動領域及び 2006/4/21, M5.8 の地震)が与えた応力変化(ΔCFF)を解析したところ、この影響は活動を促進するセンスであることを示すが、大きさは潮汐による応力変化(剛性率 30GPa とした場合、3000Pa)の数倍程度となることがわかった(第 5 図)。

また、2006 年 5 月 2 日 18 時 24 分に伊豆大島北方(伊豆半島東方沖)の深さ 15km で M5.1(最大震度 4)の地震が発生した(第 6 図(a))。この地震を広域でとった東西断面図で見ると、伊豆半島を頂点とした東側に傾き下がるフィリピン海プレート起因の地震の中で発生したことがわかる(第 6 図(b))。

その他の特徴として、4 月 17 日から始まった地震活動域付近(西側)で深部低周波地震が観測されることが挙げられる(第 7 図)。震源の深さは 30km~40km であり、M 1.0 を超えるものは発生しなかった。これら深部低周波地震は、過去にこの地域で発生している深部低周波地震と同様の場所で発生している。

第 8 図に 2006 年 1 月以降の地震活動に伴う歪計(気象庁設置)および傾斜計 ((独)防災科学技術研究所設置) の変化を示す。それぞれの地震活動に伴い、伊豆半島東部に設置された歪計や傾斜計に変化が見られた。また、地震回数が多発し始める数時間から半日前に歪変化が明瞭に現れていることが分かる(第 9 図)。

活動初期の歪変化から地震活動の規模の予測を試みたのが第 10 図である。同様な予測手法は、地震研・気象庁(1998)²⁾ により提案されており、彼らの手法は歪の 24 時間最大変化量から活動日数などを見積もるというものであった。今回はこの手法を改良し、歪の 24 時間最大変化量の代わりに歪の 24 時間

階差の最初の極大値を用いて活動予測を試みた。24 時間階差とは、歪データの時間値（1 時間平均値）の 24 時間あたりの変化量である。最初の極大値を用いるメリットは、活動初期の段階で予測が可能なことである。ただし、伊豆半島東方沖の地震活動の場合は、24 時間あたりの最大変化が活動初期に現れやすく、「歪の 24 時間最大変化量」＝「24 時間階差の最初の極大値」となることが多いため、算出される予測値は地震研・気象庁(1998)のものとあまり変わらない。

第 10 図に、1985 年以降の主な伊豆半島東方沖の地震活動における、東伊豆の体積歪データの 24 時間階差の最初の極大値と地震活動の関係を示す。地震活動期間、鎌田の地震回数、鎌田の日地震回数が 100 回を超えた日数と、東伊豆の体積歪データの 24 時間階差の最初の極大値との間には、おおむね相関が見られる。今回の活動（No.44）の、24 時間階差の最初の極大値は 0.12×10^{-6} であり、比例関係を仮定すると予測値は活動終了日 2006 年 5 月 4 日、期間 18 日、鎌田の地震回数 4,961 回となる。実際には終了日 5 月 12 日、期間 26 日、鎌田の地震回数 3,008 回で、おおむね合っていた。

第 11 図(a)および第 11 図(b)に 1978 年以降の主な地震活動の震央分布図一覧を示す。また、第 1 表に伊豆半島東方沖の地震活動の一覧表を示す。

参 考 文 献

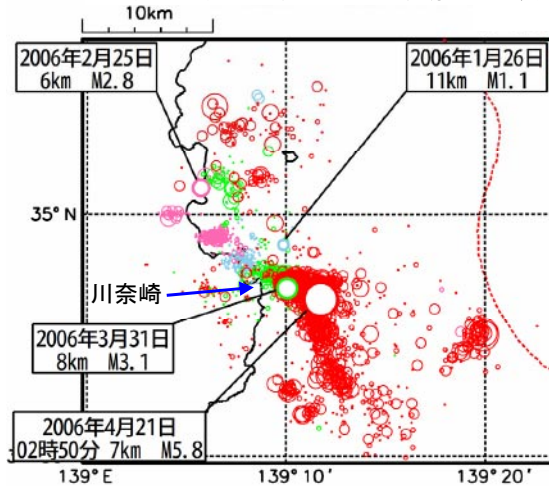
- 1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward Fault, California, Bull. Seism. Soc. Am., 90, 1353-1368, 2000.
- 2) 東京大学地震研究所・気象庁地震予知情報課, 伊豆半島東方沖群発地震活動の直後予測, 連絡会報, 59, 223 – 227, (1998).

2006 年 1 月以降の伊豆半島東方沖の地震活動概要

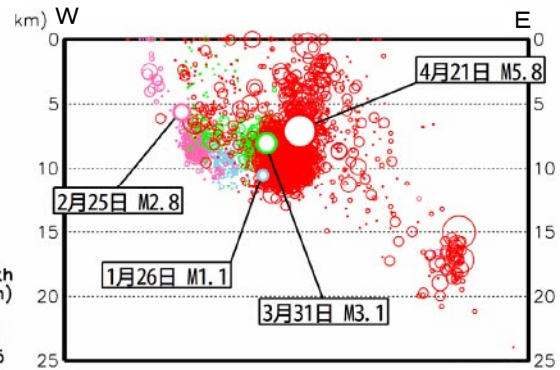
2006 年に入ってから、1、2、3、4 月と伊豆半島東方沖で活発な地震活動があり、この間、東伊豆の体積歪計に縮み変化が現れた。これまでの最大の地震は 4 月 21 日 02 時 50 分に発生した M5.8 (最大震度 4) の地震である。

震央分布図

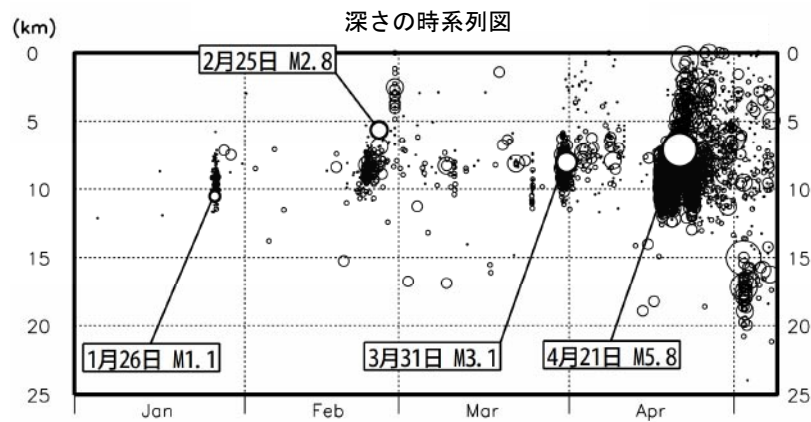
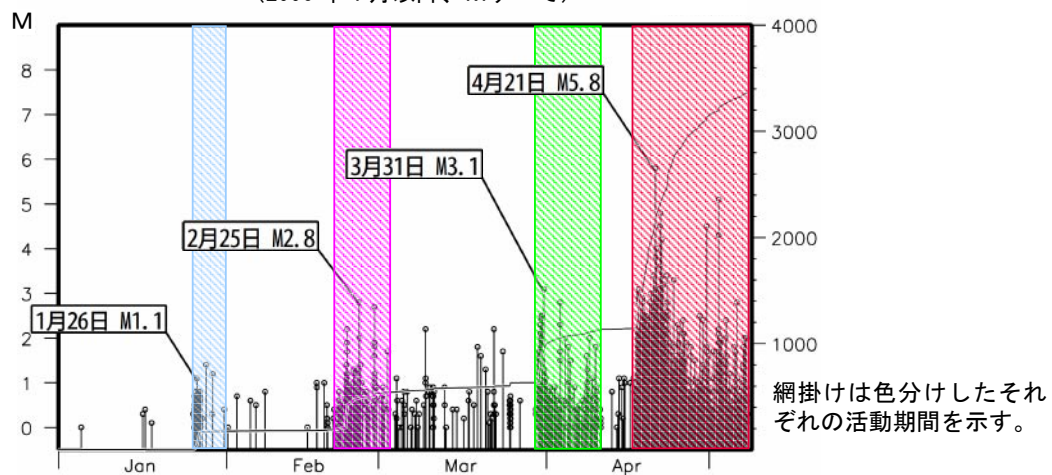
(2006 年 1 月～5 月 7 日、4 回の活動期間の地震のみ表示)



東西断面図
(4 回の活動期間の地震のみ表示)



地震活動経過図、回数積算図
(2006 年 1 月以降、M すべて)



第 1 図 伊豆半島東方沖の地震活動(2006)

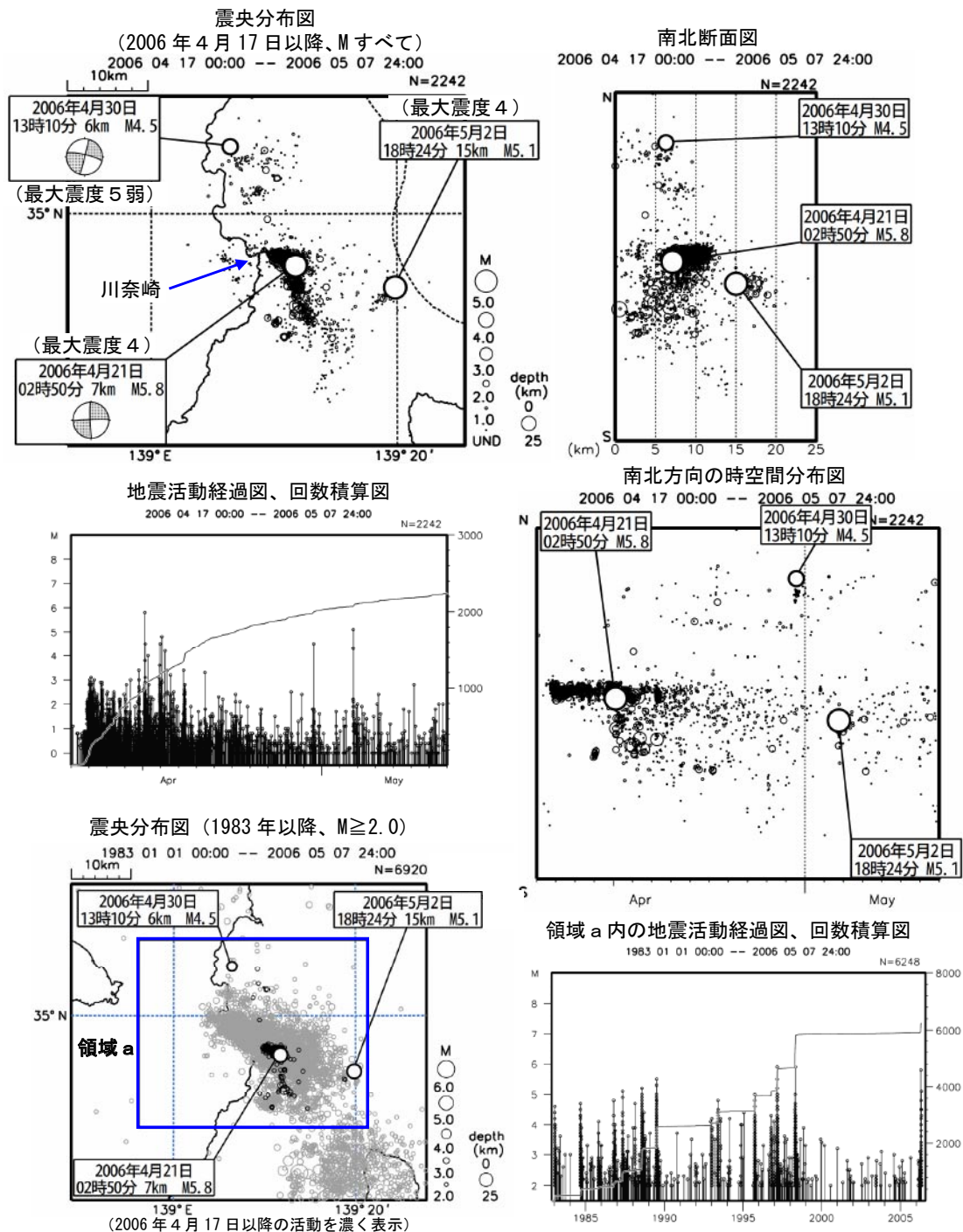
Fig.1 Seismic activity east off the Izu Peninsula (2006).

2006 年 4 月以降の地震活動

[地震活動の概要]

2006 年 4 月 17 日から伊豆半島東方沖で活発な地震活動が始まった。最大の規模の M5.8 の地震の後、それまでの活動域より南側に地震活動が拡大したほか、4 月 30 日に M4.5 (最大震度 5 弱)、5 月 2 日に M5.1 (最大震度 4) の地震が発生するなど、活動域の周辺でやや大きめの地震が発生したが、地震活動は低調となってきた。なお、今回の活動域付近で、深部低周波地震が観測された (30 ページ参照)。

1983 年以降の活動を見ると、伊豆半島東方沖では 1980 年代より度々活発な地震活動が発生していたが、1998 年の活動以降、今回の地震活動まで M5.0 以上の地震は発生していなかった。



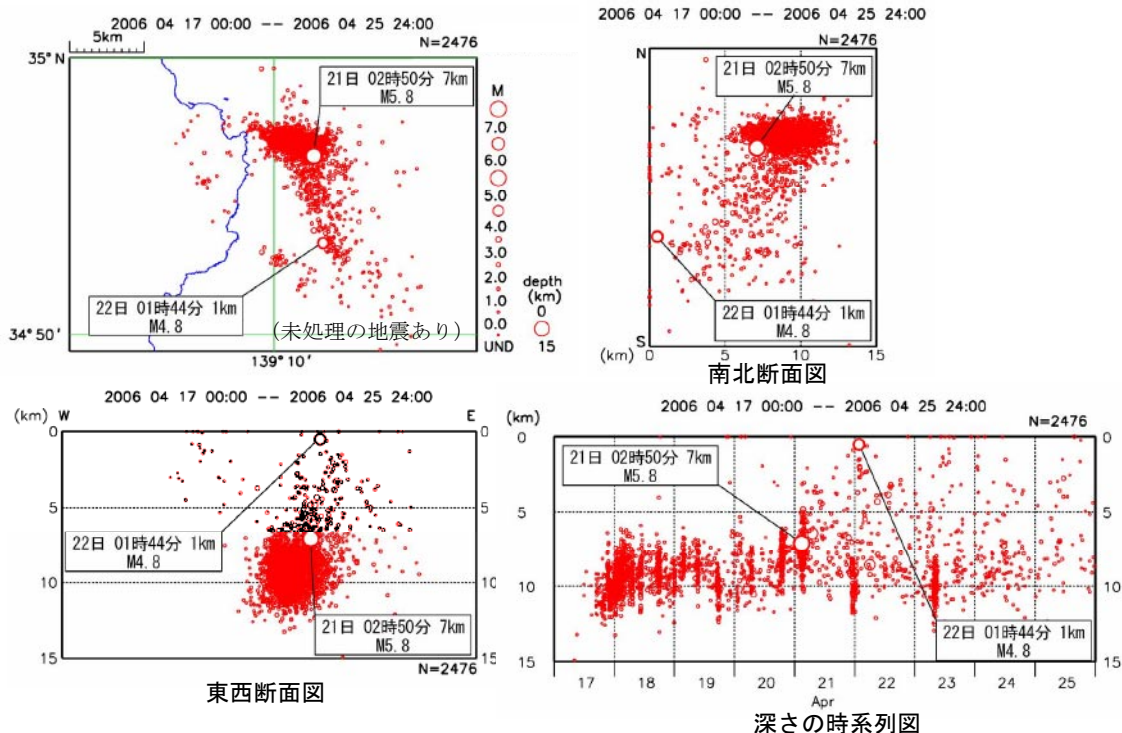
第 2 図 伊豆半島東方沖の地震活動(2006 年 4 月)

Fig.2 Seismic activity east off the Izu Peninsula (April, 2006).

[DD法により再計算した震源分布]

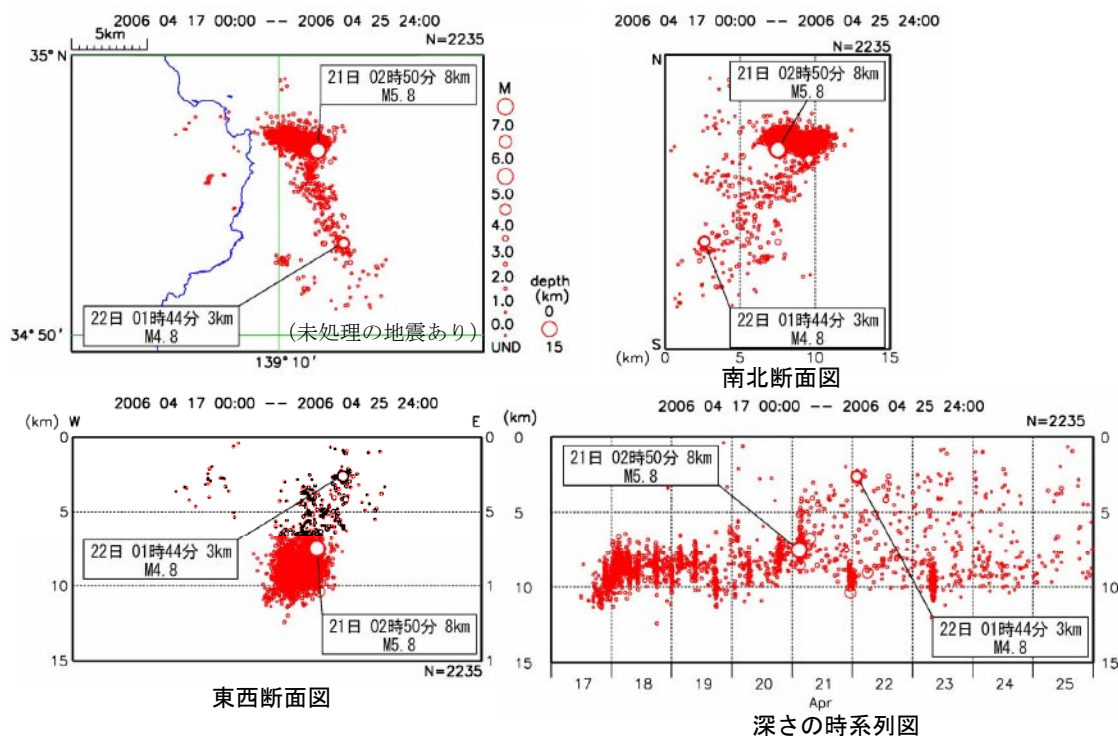
一元化ルーチン震源

震央分布図 (2006/4/17~4/25、M 全て)



観測点補正+DD 法による震源

震央分布図 (2006/4/17~4/25、M 全て)

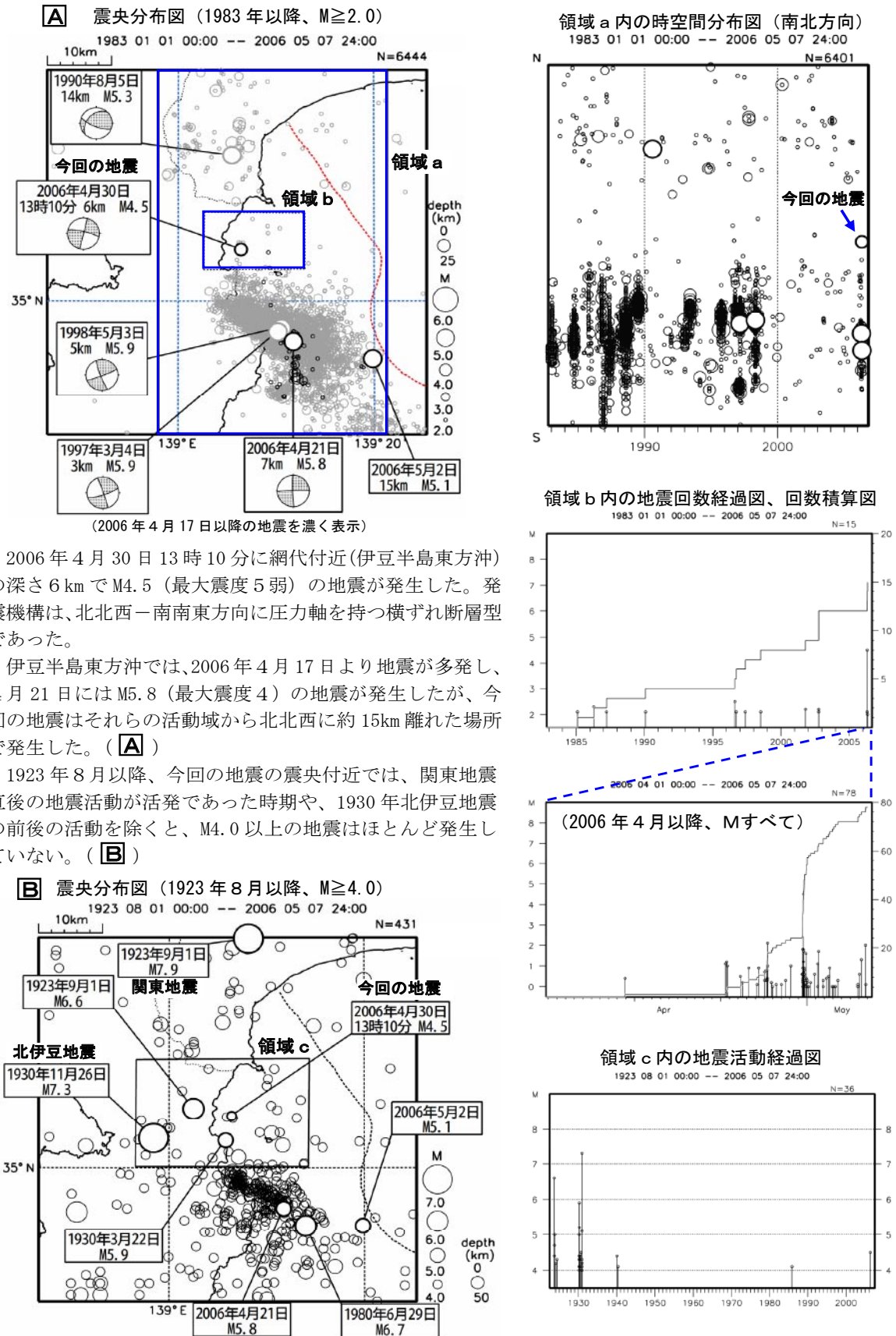


第3図 一元化震源及び観測点補正とDD法により求めた余震分布

Fig.3 Distribution of aftershocks by JMA integrated catalog (upper) and those relocated by double-difference method after applying station correction (lower).

4月30日 網代付近（伊豆半島東方沖）の地震

[地震の概要]



第4図 4月30日 伊豆半島東方沖の地震活動

Fig. 4 Seismic activity east off the Izu Peninsula on April 30, 2006.

ソース 1（活発な地震活動領域）：

断層長 5.3km 幅 1.6km 走行 112° 傾斜 70° すべり角 0° 開口量 1.3m すべり量 0m

ソース 2（2006/4/21,M5.8 の地震）：

断層長 3.7km 幅 6.0km 走行 351° 傾斜 75° すべり角 -8° すべり量 0.68m

（国土地理院モデルより）

剛性率：30GPa

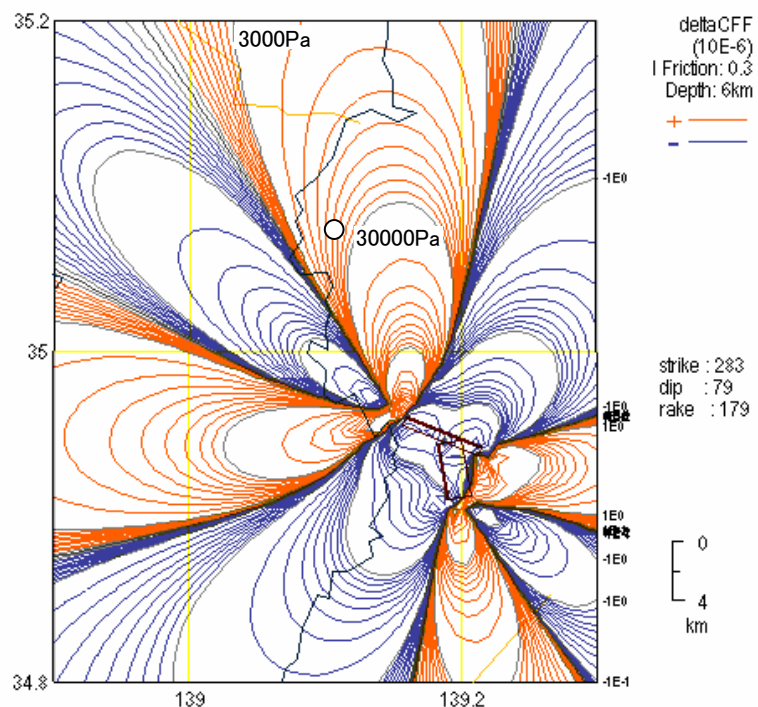
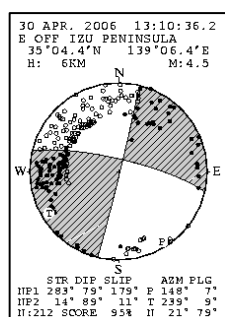
節面 1（西北西－東南東）：

走行 283°

傾斜 79°

すべり角 179°

深さ 6km



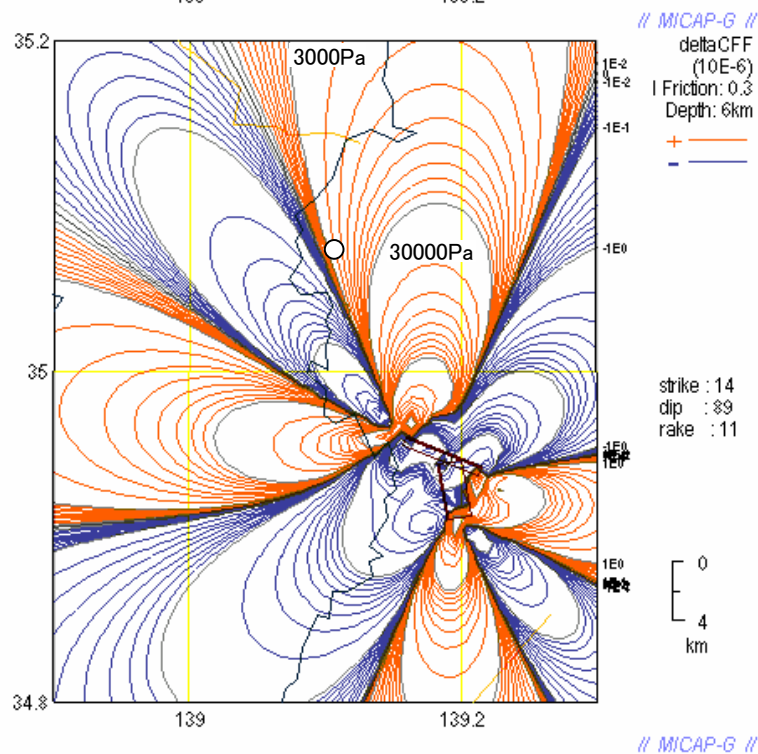
節面 2（北北東－南南西）：

走行 14°

傾斜 89°

すべり角 11°

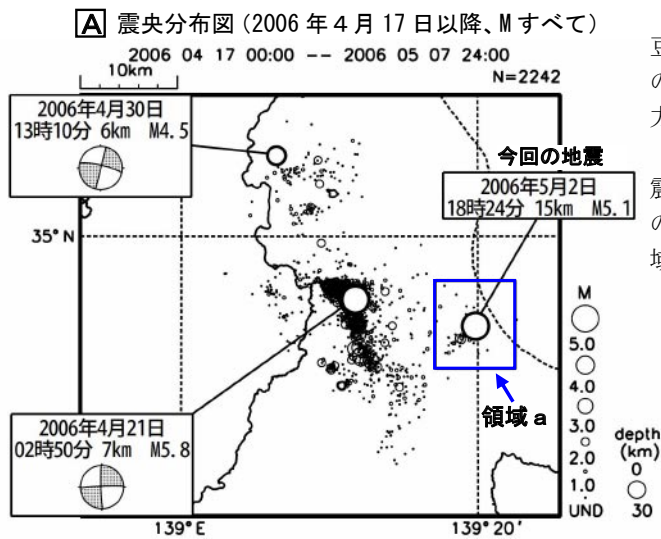
深さ 6km



第 5 図 伊豆半島東方沖の地震活動が網代付近の地震の震源に与える応力変化(Δ CFF)

Fig. 5 Δ CFF for the earthquake near the Ajiro caused by the Seismic activity east off the Izu peninsula.

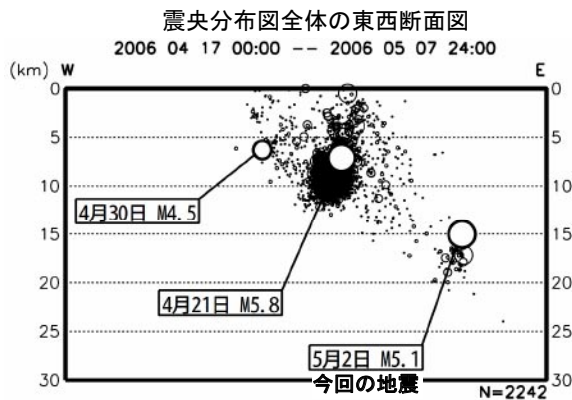
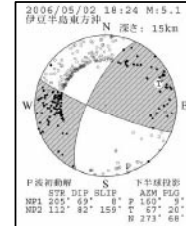
5月2日 伊豆大島北方（伊豆半島東方沖）の地震 [地震の概要]



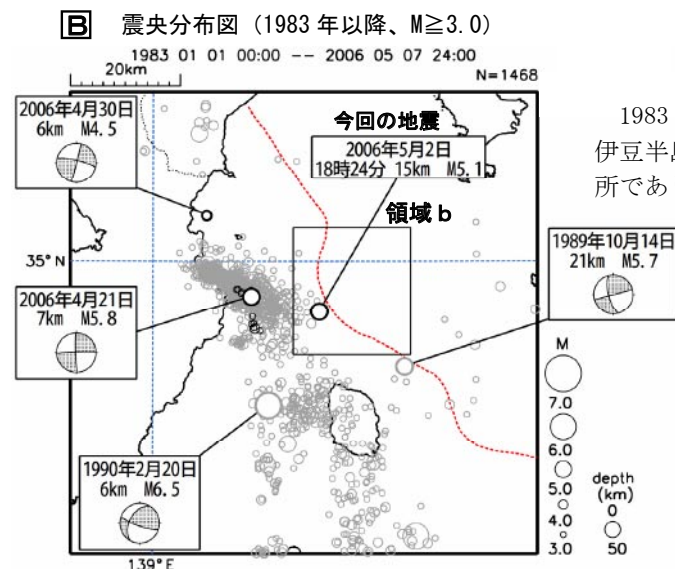
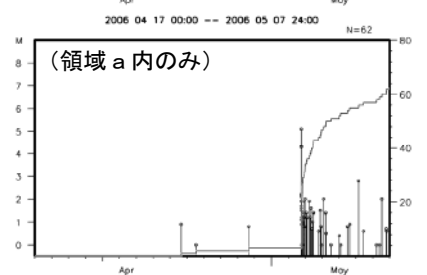
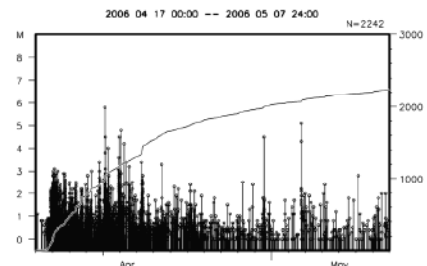
2006年5月2日18時24分に伊豆大島北方（伊豆半島東方沖）の深さ15kmでM5.1（最大震度4）の地震が発生した。発震機構は、北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。

伊豆半島東方沖では、2006年4月17日より地震が多発し、4月21日にはM5.8（最大震度4）の地震が発生したが、今回の地震はそれらの活動域から東に約10km離れた場所で発生した。（A）

今回の地震の発震機構

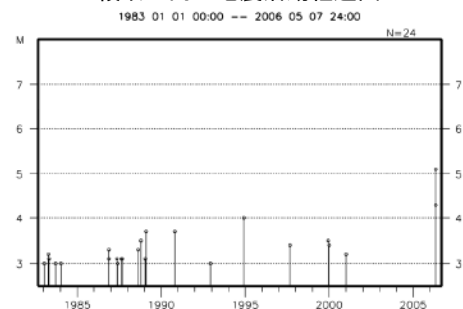


地震活動経過図、回数積算図



1983年以降の活動を見ると、今回の地震の震央は、伊豆半島東方沖の主な地震活動域からは東に外れた場所であり、付近ではM5.0クラスの地震は珍しい。（B）

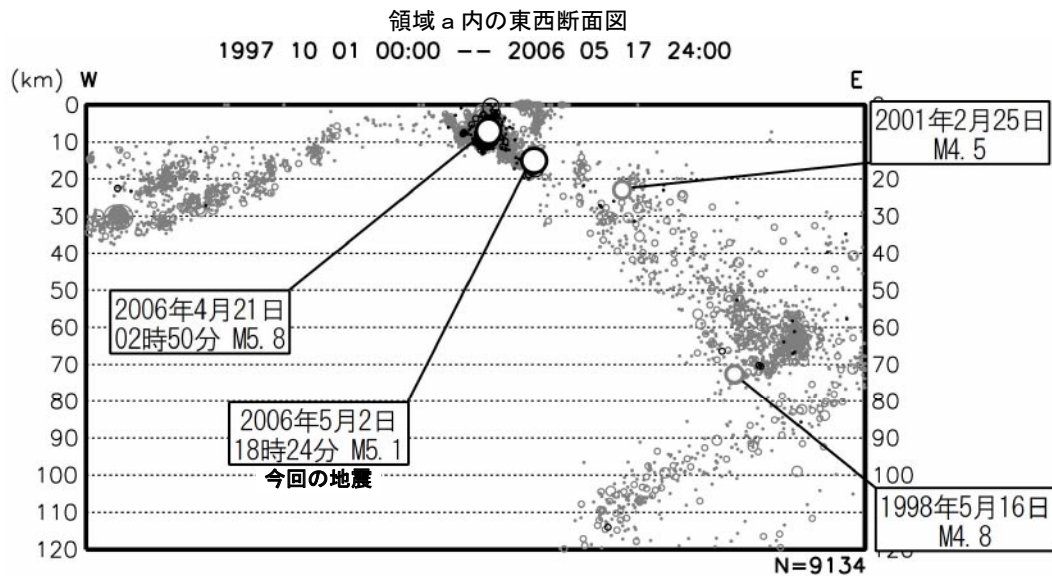
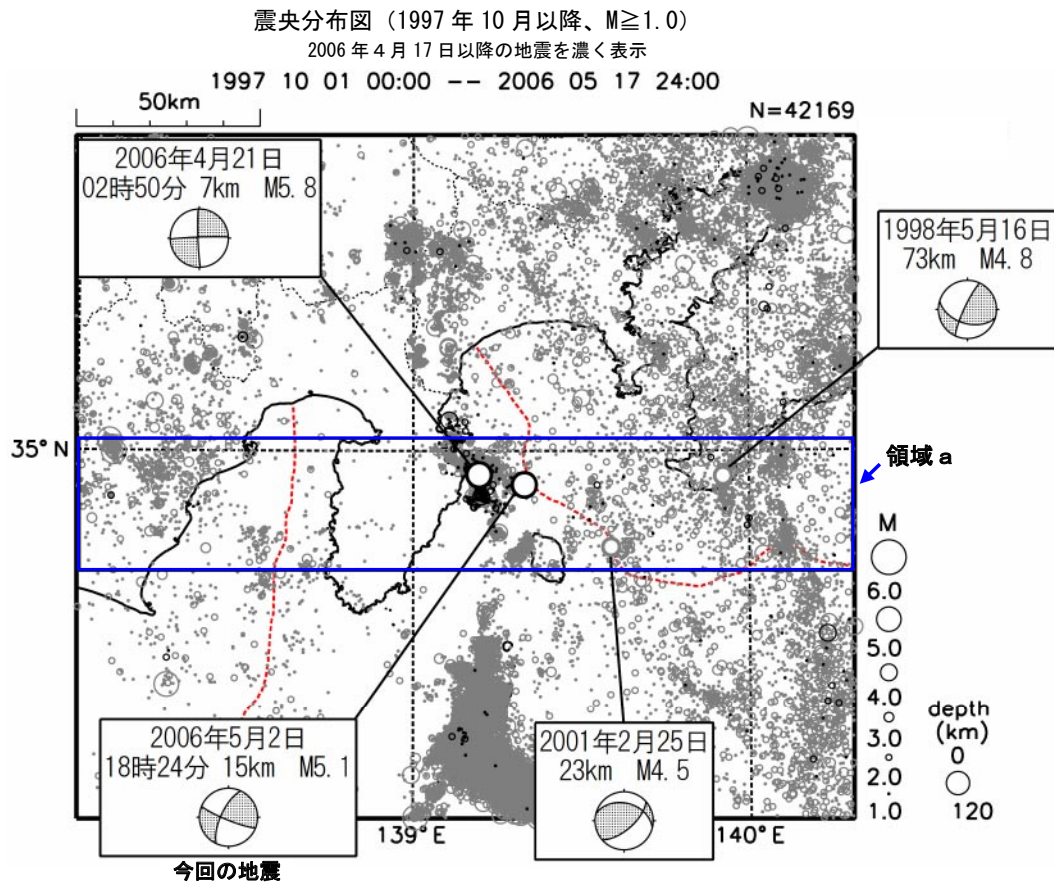
領域 c 内の地震活動経過図



第6図(a) 5月2日 伊豆半島東方沖の地震活動

Fig. 6 Seismic activity east off the Izu Peninsula on May 2, 2006.

[広域で見た断面図]

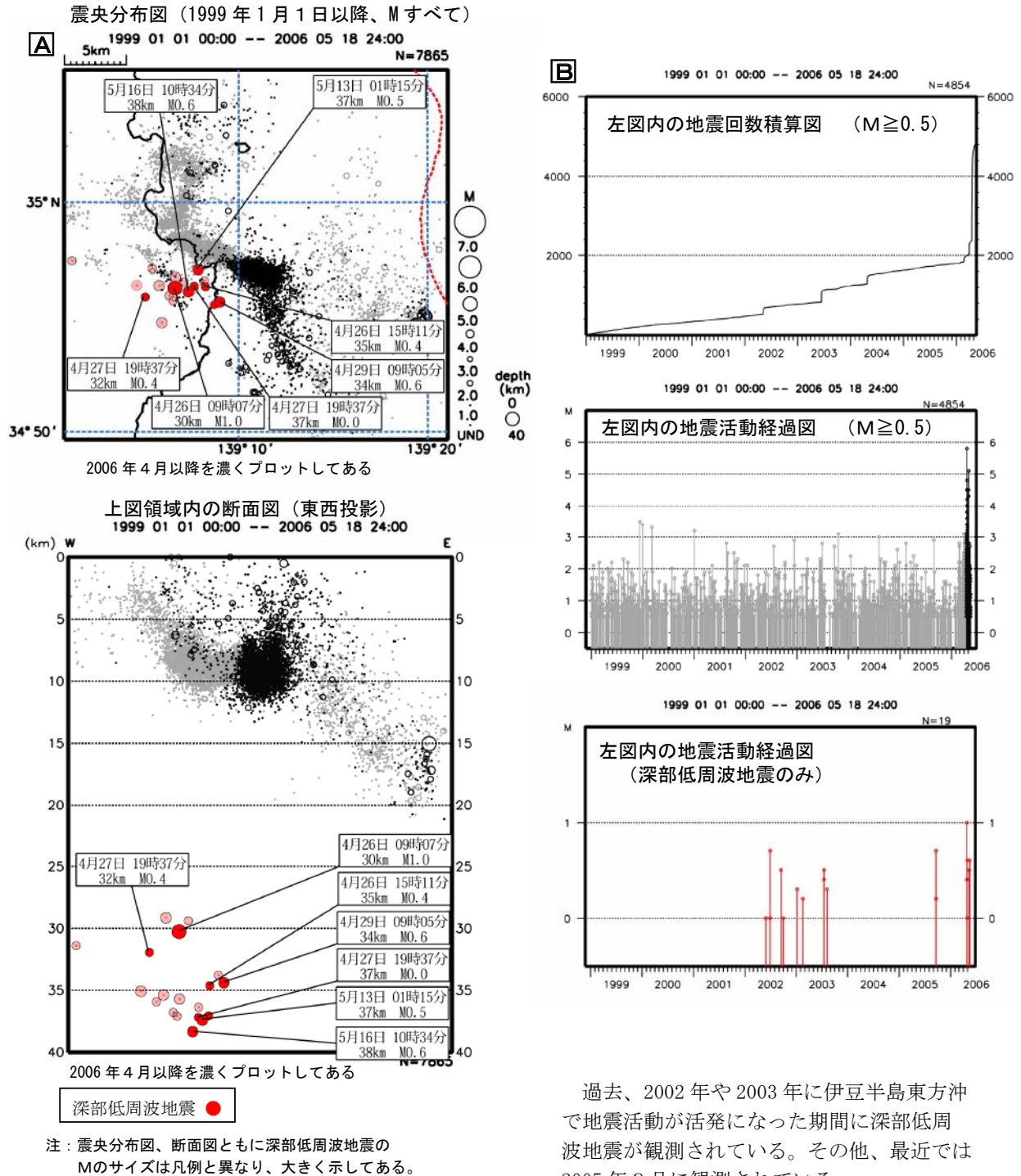


伊豆半島東方沖の地震を含む領域で広域に東西断面を見ると、伊豆半島付近を頂点として東西にそれぞれ傾き下がるフィリピン海プレート起因の地震面が見られる。

第6図(b) つづき

Fig.6 continued.

伊豆半島東方沖で観測された深部低周波地震



過去、2002 年や 2003 年に伊豆半島東方沖で地震活動が活発になった期間に深部低周波地震が観測されている。その他、最近では 2005 年 9 月に観測されている。

今回は 2006 年 4 月 17 日以降、5 月 18 日現在までに 7 回観測されている (**B**)。

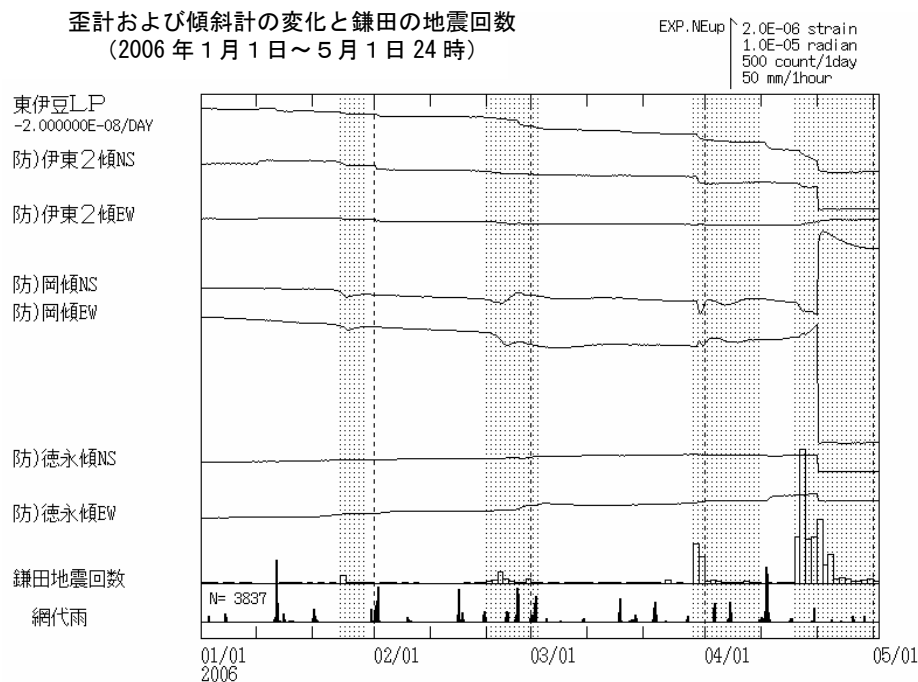
2006 年 4 月 17 日から続いている伊豆半島東方沖の地震活動域付近で深部低周波地震が観測された。

震源の深さは 30km~40km の範囲内であり、M 1.0 を超えるものは発生しなかった。過去に発生している深部低周波地震と同様の場所で発生している (**A**)。

第 7 図 伊豆半島で観測された深部低周波地震

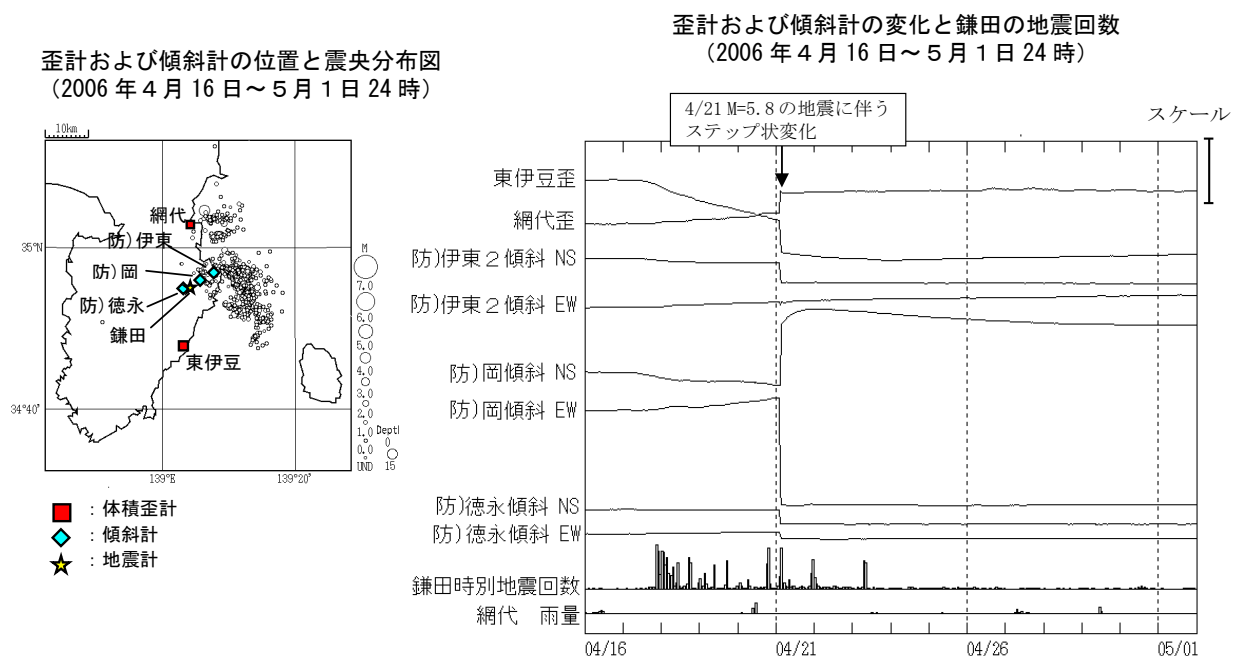
Fig.7 Estimated source locations of low-frequency earthquakes beneath the Izu Peninsula.

歪計および傾斜計の変化 (2006 年 1 月以降の地震活動に伴うもの)



伊豆半島東方沖でまとまった地震活動があった期間を網掛けで示した。

観測点名に「防)」のついている観測点は防災科学技術研究所の傾斜計を示す。鎌田地震回数は、鎌田観測点の S-P 時間が 6 秒以下で上下動速度振幅が一定振幅以上の地震の数を表す。

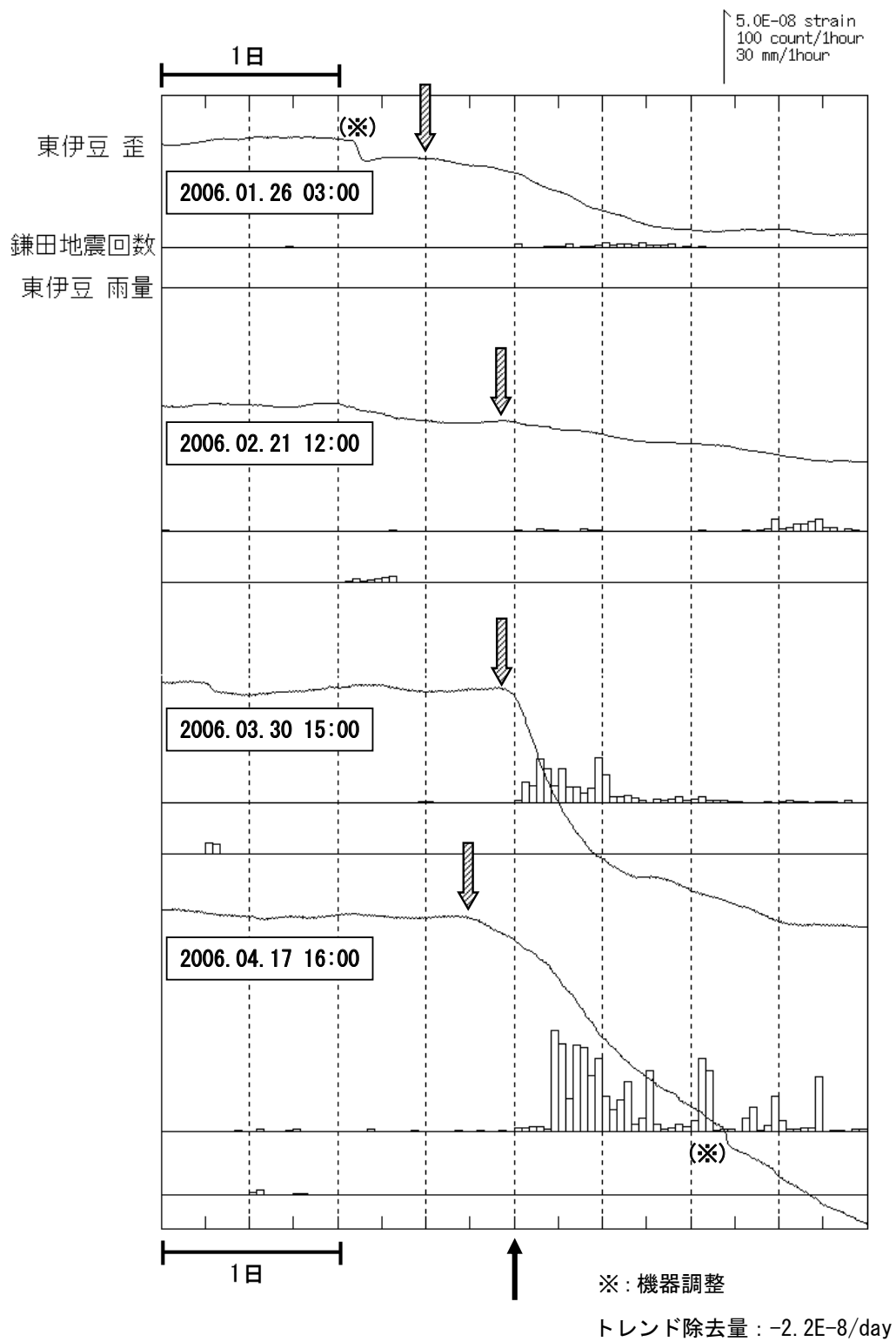


歪計および傾斜計の変化のグラフにおいて、縦軸のスケールは、 5.0×10^{-7} (歪)、 1.0×10^{-5} (傾斜)、200回/時間 (地震回数)、30mm/時間 (雨量) を示す。

第 8 図 歪計及び傾斜計に見られたと伊豆半島東方沖の地震活動

Fig.8 Change observed by borehole strainmeters and tiltmeter and seismic activity east off the Izu Peninsula.

伊豆半島東方沖の地震活動開始前後に
東伊豆の体積歪計に見られた変化



図中の太い矢印 (⇩) は歪変化が始まったと思われる時刻

図中の時刻は地震活動が活発化した時刻 (図下段の矢印 ⇧)

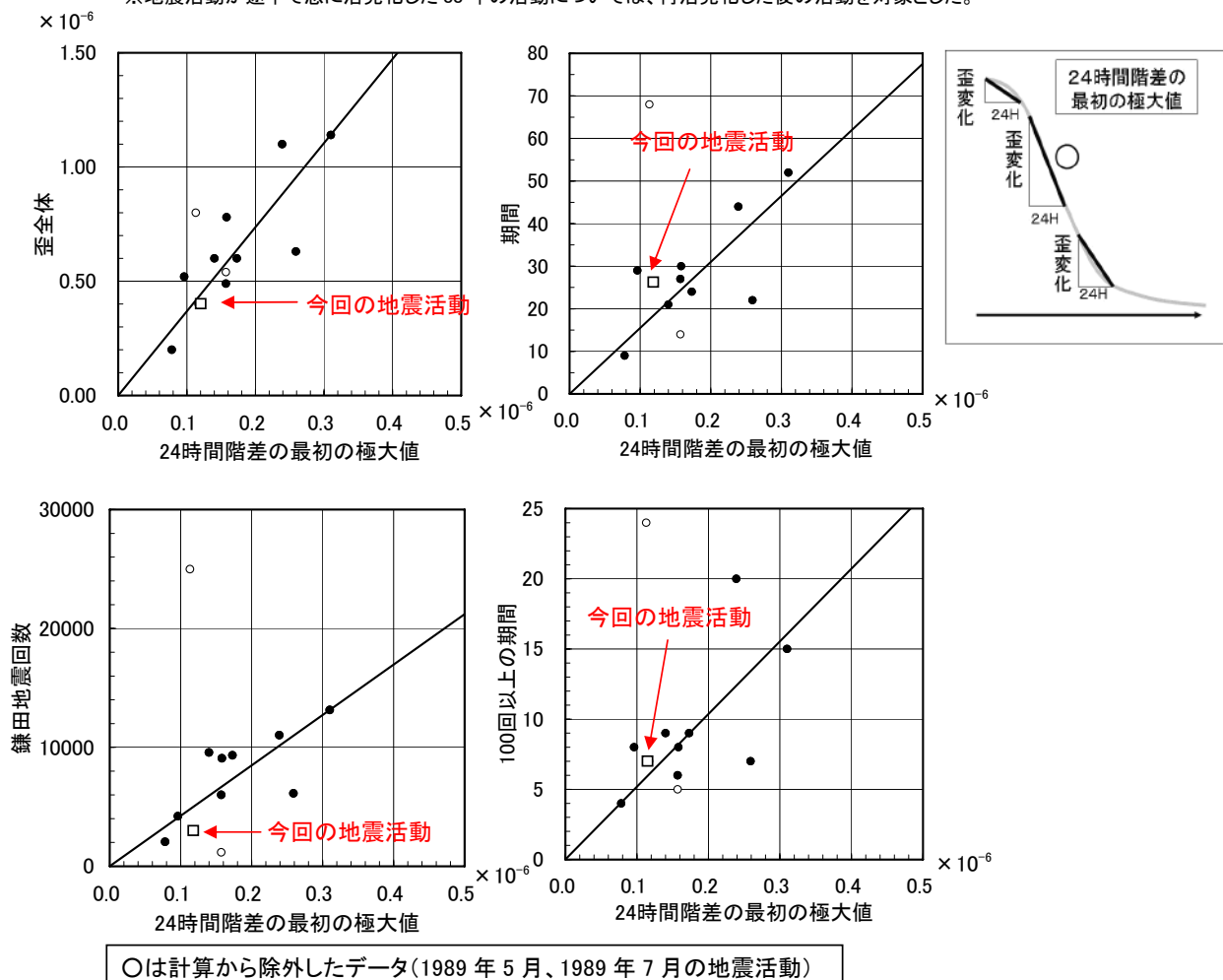
第 9 図 伊豆半島沖の地震活動に伴って観測された東伊豆の体積歪計変化と地震回数

Fig.9 Change observed by the borehole strainmeter at Higashiizu and earthquake numbers associating with seismic activity east off the Izu peninsula.

番 号	開始日 年/月/日	終了日 年/月/日	期間 日	鎌田地震回数 回	100以上 日	最大地震 M	歪変化 $\times 10^{-6}$ 全期間	24時間階差の 最初の極大値
11	85/10/15	85/11/12	29	4212	8	4.1	0.52	0.10
13	86/10/11	86/11/01	22	6125	7	4.8	0.63	0.26
18	88/07/26	88/09/15	52	13142	15	5.2	1.14	0.31
19	89/05/21	89/06/03	14	1173	5	2.3	0.54	0.16
20	89/07/01	89/09/06	68	24989	24	5.5	0.80	0.11
23	93/01/10	93/01/18	9	2064	4	4.2	0.20	0.08
24	93/05/26	93/06/15	21	9567	9	4.8	0.60	0.14
30	95/09/29	95/10/28	30	9078	8	5.0	0.78	0.16
32	96/10/15	96/11/10	27	6005	6	4.3	0.49	0.16
34	97/03/03	97/03/26	24	9334	9	5.9	0.60	0.17
37	98/04/20	98/06/02	44	11033	20	5.9	1.10	0.24
44	06/04/17	06/05/12	26	3008	7	5.8	0.40	0.12
44	予測値	06/05/04	18	4961	6			

※番号については、地震活動一覧表(第1表)を参照。

※地震活動が途中で急に活発化した88年の活動については、再活発化した後の活動を対象とした。

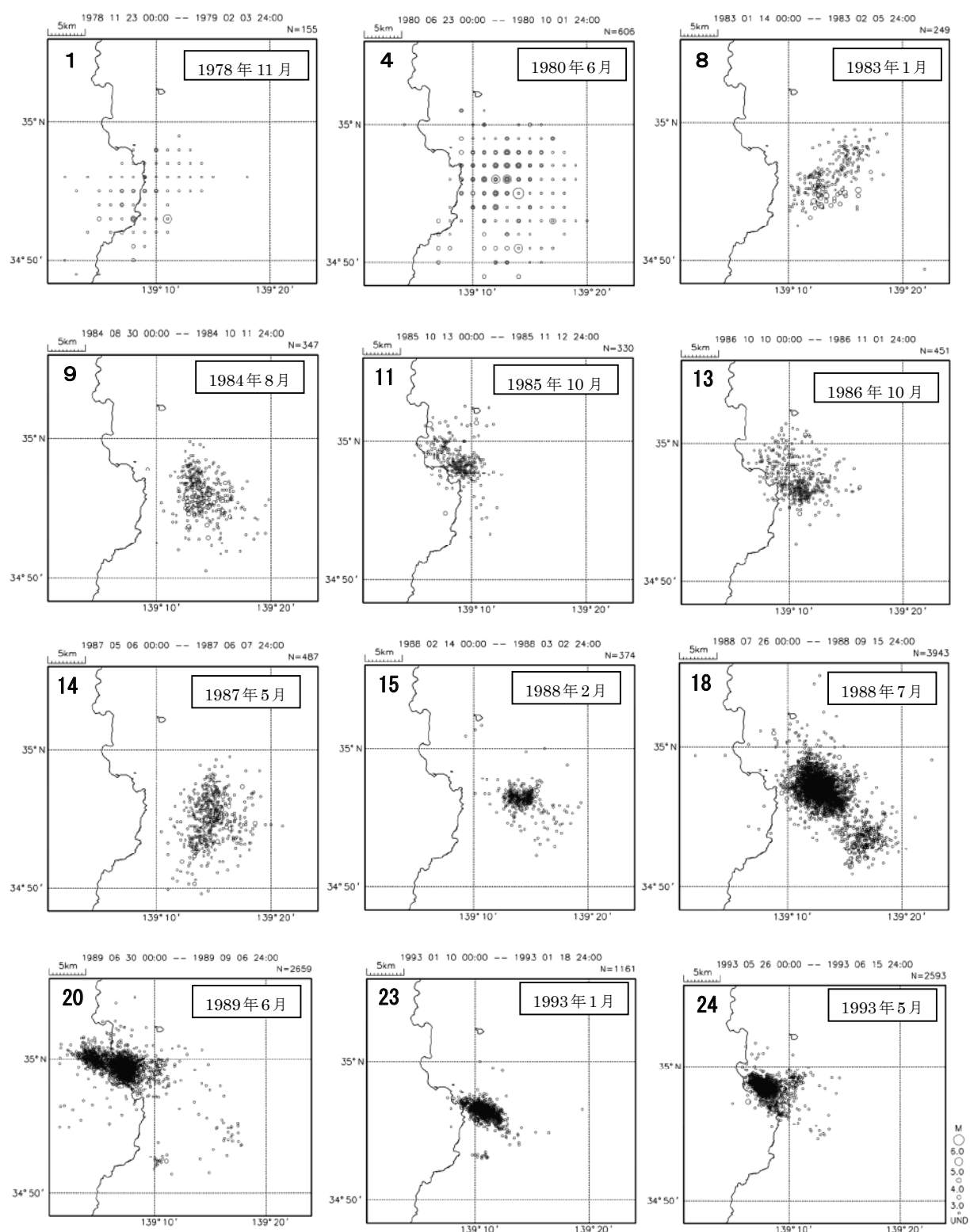


東大地震研究所・気象庁地震予知情報課(1998)[予知連会報 59、223-227]の手法を改良して使用。

第10図 初期の歪変化を用いた伊豆半島東方沖の地震活動の推定(24時間階差の最初の極大値を用いた場合)

Fig.10 Estimation of the Seismic Activities east off the Izu Peninsula by using the maximum change of strain at Higashi-Izu. First maximum change for 24 hrs of strain is used for the calculation.

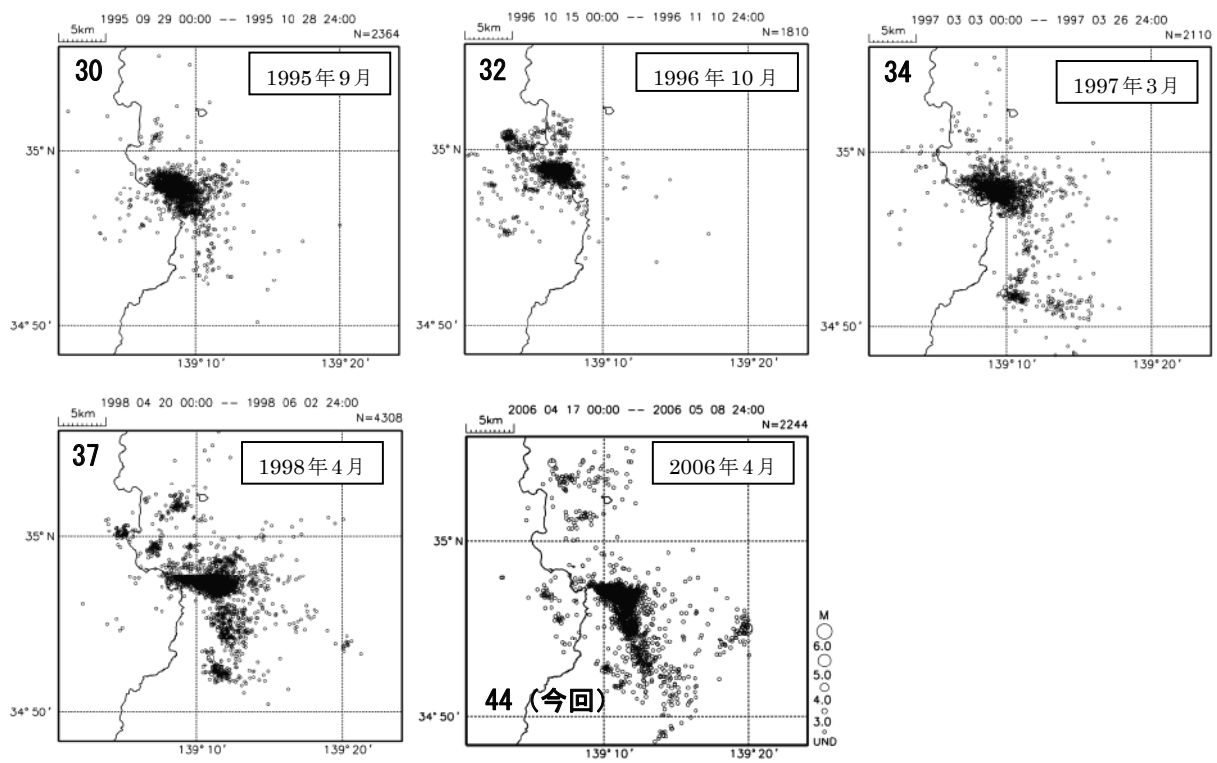
1978 年 11 月以降の主な地震活動の震央分布図一覧 （1）



第 11 図(a) 1978 年以降における伊豆半島東方沖群発地震の推移

Fig.11(a) Time sequence of seismic active areas east off the Izu Peninsula after 1978 .

1978 年 11 月以降の主な地震活動の震央分布図一覧 (2)



図中左上の数字は一覧表の活動番号

第 11 図(b) つづき

Fig.11(b) continued.

・間隔：前回の活動の終了日から日数（休止期間）	・経過日：開始日からの日数	・網代：網代測候所（熱海市網代、2003年9月30日閉鎖）	・5-：震度5弱
・鎌田回数：伊東市鎌田地震観測点から観測した地震回数	・100以上：日回数が100回以上になるまでの日数	・伊東：93年5月26日と95年9月29日は臨時観測	・最後震度：活動期間中最後に発生した最大震度3あるいは
※（始発）状況：地震が多発し始めた時から25回以上（なるまでの時間）	・100以下：日回数が100回以下になるまでの日数	96年10月15日以降は伊東市大島	4以上の地震の活動開始日から経過日数
・A：数時間以内、B：24時間以内、C：48時間以内、D：その他	・M別回数「3～」は、3.0～3.9、以下同様	・大島：大島測候所（92年1月に大島町元町字家の上に移転。	・重変化：東伊豆体積歪計の变化量、地震時のステップ状
・24 回数：地震が多発し始めた時から24時間以内の鎌田回数		それ以前は大島町元町字津倍付。ただし、96年10月	変化は除く（※：未設）
・48 回数：地震が多発し始めた時から48時間以内の鎌田回数		15日と97年3月3日は大島町元町字津倍付、97年4月	
		以降は大島町元町字家の上）	

Table.1 Table of earthquake swarms east off the Izu Peninsula.